Notice de montage et configuration Pic-Astro

Sommaire

1 Avant de se lancer dans l'aventure 3
2 Changer de moteurs et de système de transmission 4
2.1 Sources d'erreurs d'une monture 4
2.2 Améliorer sa monture 7
2.3 Dimensionnement du système 8
3 Outillage nécessaire 10
4 Composants nécessaires 10
4.1 Composants 10
5 Montage / assemblage 10
5.1 Circuits imprimés 10
5.2 Connections sur le boîtier 11
5.3 Câblage des moteurs 12
5.4 Câbles série, moteurs et nappe 13
6 Ressources nécessaires 14
6.1 Tirage des circuits imprimés 14
6.2 Implantation des composants 14
6.3 Schémas électriques 15
7 Tests préliminaires 15
7.1 HyperTerminal 15
7.2 Test de la liaison série 16
8 Configuration et tests version 2.2 17
8.1 Version 2.2 : Programmation du PIC et utilisation de TinyBld 17
8.1.1 Tests des tensions d'alimentation 17
8.1.2 Première programmation du PIC 18
8.1.3 TinyBld 18
8.2 Utilitaires de tests PIC 19
8.2.1 Test PIC 19
8.2.2 Test Vmax 20
8.2.3 Test Moteurs 20
8.3 Logiciel Pic-Astro 21
9 Configuration de Pic-Astro 22
9.1 Connaître votre monture 22
9.2 Utilisation de la commande Sa 22
9.3 Générer le fichier de configuration 23
9.3.1 Installation du logiciel de configuration 23
9.3.2 Configuration 23
9.3.3 Téléchargement de la configuration 27
10 Réglage de la vis sans fin 28

10.1 Problématique 28
10.2 Le réglage 29
11 Tests sur monture 30
11.1 Test de sens de suivi 30
11.2 Tests de Goto 30

1 Avant de se lancer dans l'aventure

Vous voici arrivés à ce document, tout prêts que vous êtes à vous lancer dans la réalisation de votre Pic-Astro. Les raisons qui peuvent vous amener à la réalisation de ce système sont diverses, mais les principales peuvent être :

- Fiabilité du système
- Prix par rapport à une solution commerciale (pouvant aller jusqu'à 90% moins cher)
- Flexibilité du système, possibilités de personnalisation
- Plaisir de réaliser soi-même son matériel
- Etc…

Quelle que soit votre principale motivation, une chose est sûre : vous ne serez pas déçu mais il faut bien être conscient des contraintes imposées par la réalisation d'un Pic-Astro :

- Il faut prévoir du temps à passer dessus, compter quelques demi-journées plus le temps de commander éventuellement les composants (voir la disponibilité de kits de composants sur www.latetedanslesetoiles.org)
- Prévoir un temps supplémentaire pour savoir ce dont vous avez besoin dans le cadre de la modification des moteurs et transmission de votre monture si vous souhaitez le faire.
- Dans la réalisation comme dans les commandes de matériel (bien que souvent rapidement livrées), il vous faudra faire preuve de *patience* (relativement faible toutefois !), mais ceci doit être le quotidien d'un astronome amateur !
- Comme dans le cadre de toute réalisation de ce type il faut faire un travail propre et précis, ceci vous évitera beaucoup de temps perdu en recherche de pannes par la suite, et surtout de vous décourager pour des broutilles
- Le budget pour l'électronique seule est à envisager à hauteur de 100 euros environ, hors outillage et moteurs/poulies/courroies supplémentaires
- Le budget pour un kit complet de poulies/courroies de qualité est de 100 euros environ également
- Le budget pour deux moteurs de type Nanotec est toujours de l'ordre de 100 euros.

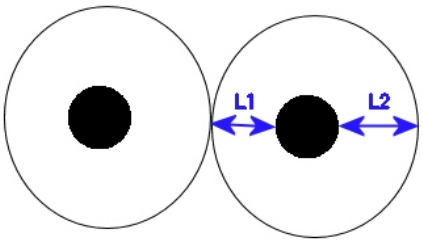
La réalisation de ce système est tout à fait à la portée de tous, même ignorants en électronique. Il reste toutefois important de faire une lecture approfondie des documents présents sur ce site afin de bien cerner le fonctionnement global de Pic-Astro.

En cas de problème vous trouverez toujours une assistance rapide de la part des autres utilisateurs de Pic-Astro mais bien sûr également de l'équipe Pic-Astro et de son concepteur sur le forum astrocoolpix.net rubrique Pic-Astro.

2 Changer de moteurs et de système de transmission

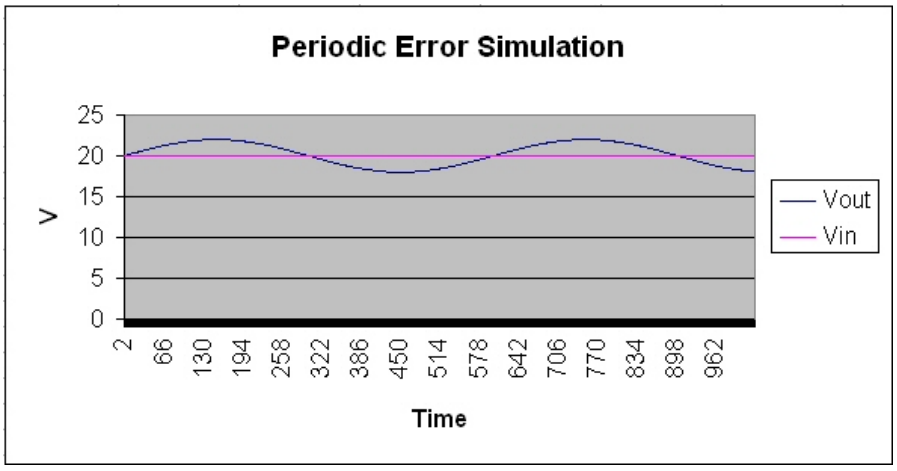
2.1 Sources d'erreurs d'une monture

Les moteurs d'origine, malgré leur prix parfois prohibitifs dans la plupart des cas associés à des blocs moto-réducteurs (ensemble d'engrenages) qui permettent d'adapter la vitesse de rotation du moteur à celle du mouvement sidéral. Toute liaison mécanique par engrainages induit une erreur périodique : si nous considérons un système composé de deux roues dentées comme deux roues à friction de diamètre égal au diamètre primitif de chacune des roues dentées, nous pouvons nous rendre compte des problèmes qui se produisent suivant la précision de la rotondité des deux roues :



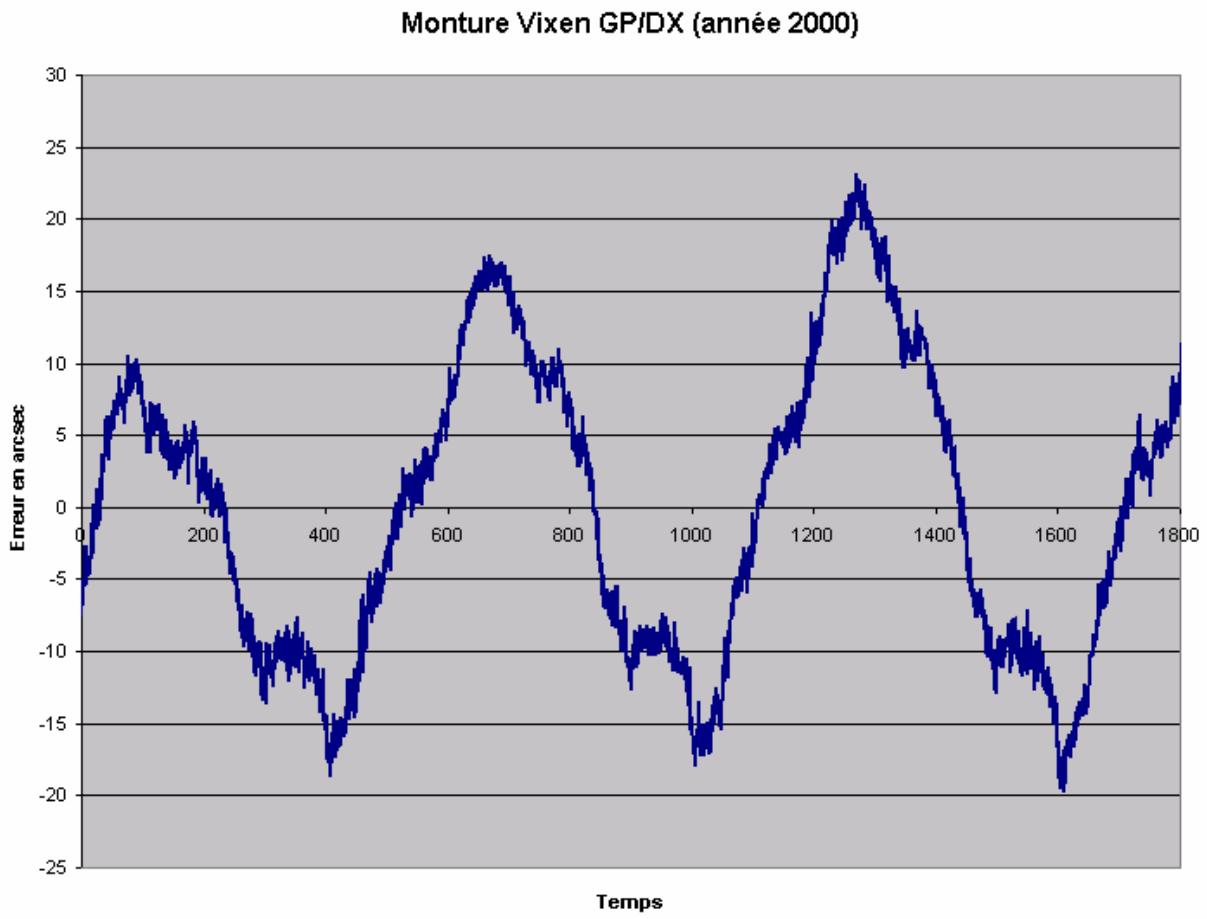
Tout se passe comme si la roue passait progressivement du rayon L1 au rayon L2, faisant varier proportionnellement la démultiplication d'un maximum à un minimum, de 1,1 à 0,9 par exemple, et ce de manière périodique puisque le phénomène se reproduira à chaque rotation de la vis, soit une période de 10 minutes dans le cas de la vis sans fin d'une monture de type EQ5/SPDX. Ceci induira de manière périodique des avances et des retards dans la vitesse de rotation transmise, en astronomie ce problème est connu sous le nom d'erreur périodique, il est créé par le système roue dentée/vis sans fin.

Dans un système sans friction et sans imprécision autre que l'aberration de rotondité des roues dentées, nous pourrions mesurer une erreur périodique de forme sinusoïdale :



Cette erreur est tout à fait périodique et donc prévisible. Ceci signifie qu'un système de ***compensation d'erreur périodique (PEC)*** serait tout à fait à même de rattraper la variation douce de la vitesse en sortie des deux roues dentées en dosant proportionnellement celle du moteur en entrée.
Pour rendre plus réelle cette modélisation d'erreur périodique il convient d'ajouter divers phénomènes qui la rendent de plus en plus aléatoire, et donc de moins en moins ***prévisible***.

En fait tout élément de la chaîne de transmission du mouvement apporte une plus ou moins forte contribution à la déformation de celui-ci. Les principales déformations supplémentaires sont toutefois dues en majeure partie aux blocs moto-réducteurs (boîte d'engrenages) dont les différentes vitesses de rotation, jeux, frottements et surtout vibrations induisent des composantes supplémentaires au mouvement de rotation initial. Voici un exemple d'erreur périodique mesuré sur une monture de milieu de gamme, une Vixen GP-DX dont la mécanique n'a pas été modifiée:



Source : Base de donnée des montures C. Demeautis
http://www.astrosurf.com/demeautis/ep/pe.htm

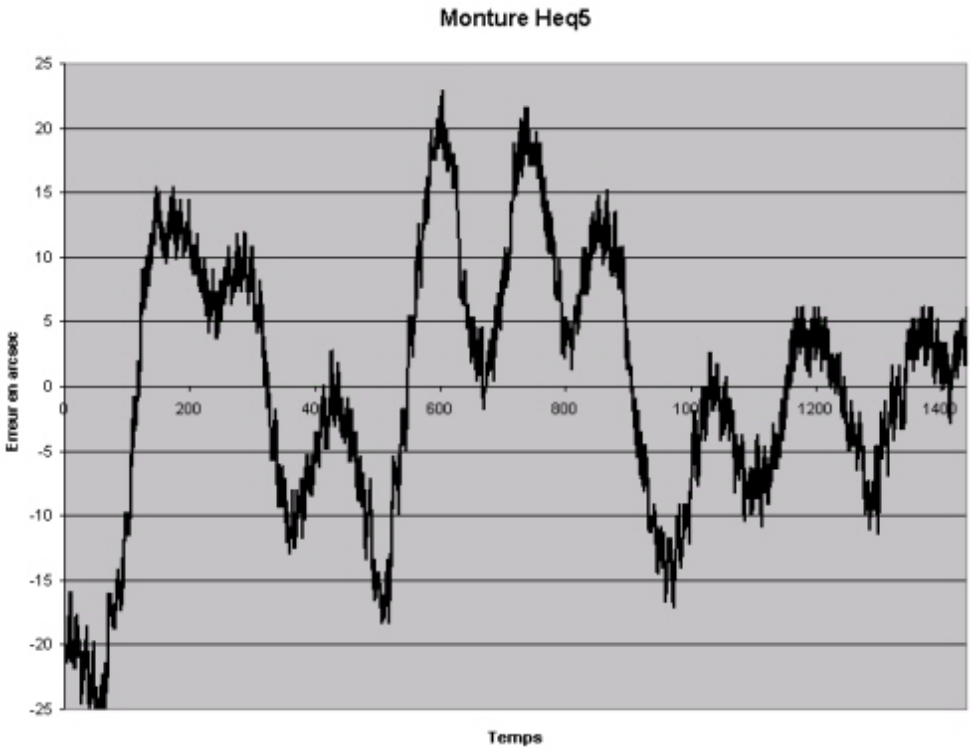
Nous pouvons voir sur cet exemple que l'erreur de suivi de la monture n'est plus périodique : même si elle se reproduit toutes les 600 secondes (temps d'un tour de vis sans fin), son amplitude n'est pas prévisible et un système de PEC ne permettrait pas de corriger efficacement celle-ci.

Toute la problématique dans le suivi d'une monture équatoriale allemande se résume donc dans les points suivants :

- Le système d'entraînement par vis sans fin / roue tangente induit une erreur périodique plus ou moins douce suivant la qualité des composants mécaniques
- Si cette erreur est reproductible, alors il est possible idéalement de l'annuler par un système de PEC
- Les jeux d'engrenages qui peuvent survenir à tous les niveaux sont des facteurs supplémentaires de détérioration du suivi mais peuvent être aussi une sérieuse entrave au guidage, et à fortiori à l'autoguidage

La clé de la compensation de ces erreurs mécaniques par de l'électronique est la ***reproductibilité***.

Exemple d'erreur périodique totalement imprévisible :



Source : Base de donnée des montures C. Demeautis
http://www.astrosurf.com/demeautis/ep/pe.htm

2.2 *Améliorer sa monture*

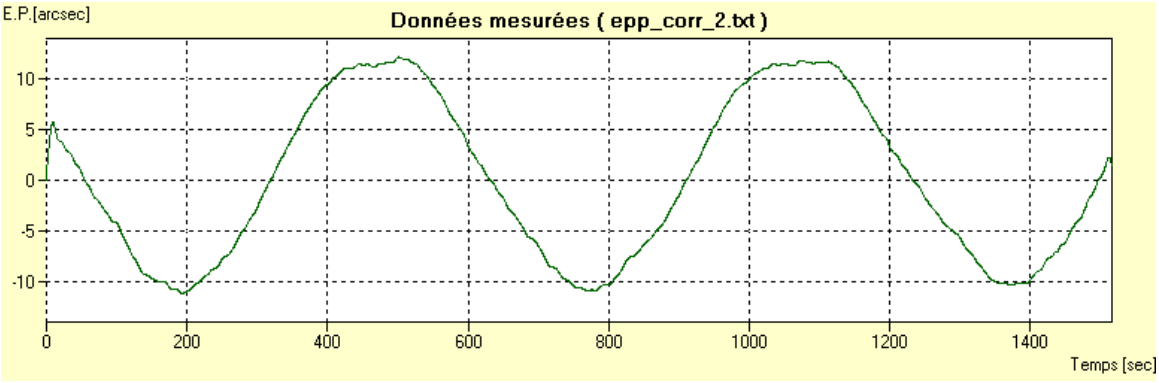
Comme nous venons de le voir, la clé permettant de s'approcher d'un suivi de plus en plus parfait malgré la présence inévitable d'erreur périodique est la reproductibilité de ces erreurs. Un système particulièrement efficace peut apporter des résultats tout à fait exceptionnels à ce type de problèmes : remplacer l'entraînement original par moto-réducteurs par des moteurs précis, puissants couplés à la vis sans fin par un système de poulies/courroies :

Les moteurs et poulies/courroies de bonne qualité sont relativement onéreux, mais gardez bien à l'esprit qu'un système complet de ce type reste moins coûteux que le système d'origine de motorisation de bien des montures.

Les principaux avantages sont :

- Suppression totale des harmoniques de haute fréquence de l'erreur périodique dues aux moto-réducteurs
- Réduction drastique des jeux, ouvrant la possibilité de les compenser précisément par Pic-Astro et offrant la précision nécessaire pour l'autoguidage, les pointages par Goto etc.
- Obtention d'une erreur réellement périodique, très proche d'un modèle théorique et donc très douce. La correction d'erreur périodique devient alors redoutablement efficace.

Voici le résultat obtenu avec ma monture Vixen SP-DX (ancêtre pas si lointaine de la GP-DX, de conception identique) :



Une autre source importante d'amélioration et de lissage du suivi est l'utilisation de Micro-pas, permise par des moteurs de qualité. La motorisation de toute monture équatoriale allemande digne de ce nom se fait par l'intermédiaire de moteurs pas à pas. Ces moteurs ont la particularité de faire tourner l'axe par « pas », donnant au mouvement de rotation une dynamique saccadée semblable à celle de la trotteuse d'une horloge. Ce déplacement saccadé est bien suffisant dans la plupart des cas, mais lors d'une utilisation photographique par exemple il devient crucial d'avoir un suivi qui soit le meilleur possible.

Il est alors intéressant de chercher à adoucir ces saccades et dans l'idéal de parvenir à rendre la rotation de l'arbre du moteur régulière.

Dans un moteur pas à pas, c'est le champ magnétique qui tourne autour du rotor (partie tournante du moteur), et il le fait précisément par pas. La solution serait donc de rendre ces pas de plus en plus petits en les découpant en demi-pas et pourquoi pas en micro-pas. C'est ce que Pic-Astro fait superbement en ajoutant la cerise sur le gâteau : la linéarisation de ces micro-pas, c'est-à-dire que la quantité de déplacement entre chaque micro-pas (1/16 de pas) est réglable de manière à être toujours la même ! Ceci contribue fortement au lissage de la courbe d'erreur et donc amène la qualité de suivi à un niveau tout à fait exceptionnel.

Les moteurs jouent donc bien entendu un rôle crucial dans la qualité du suivi, leurs principales caractéristiques sont les suivantes :

- Nombre de pas par tour. Par exemple 48 pour les moteurs d'origine de la SPDX, 400 pour les moteurs Nanotec qui ont été utilisés pour la transmission par poulie/courroie
- Couple : c'est la puissance du moteur. Plus il est puissant, moins il se laissera ralentir, perturber ou vibrer par de petits défauts de la mécanique.
- Tension/Intensité d'alimentation
- Taille : très important pour l'adaptation sur une monture où l'espace est compté !

2.3 Dimensionnement du système

Intéressons-nous maintenant à la méthode à suivre pour modifier votre monture.

Choix du moteur

Les principaux critères à prendre en compte dans le choix des moteurs sont ceux évoqués ci-dessus, mais il est très important de se poser les questions suivantes :

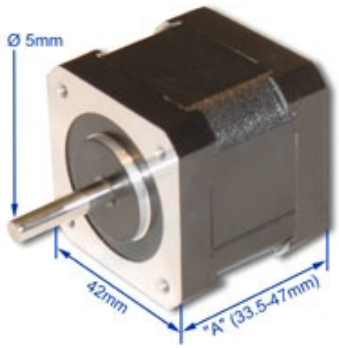
- Quel est l'encombrement maximal que peut supporter la monture pour accueillir les moteurs ? Dans le cas de moteurs d'origine encastrés comme dans le cas d'une monture HEQ5/EQ6 il est possible de modifier le logement des moteurs et de supprimer l'électronique qui sera remplacée (avantageusement !) par Pic-Astro.
- Quel est le couple nécessaire pour votre monture ? Idéalement, plus les moteurs auront du couple et mieux ce sera.

- Quelle est la puissance maximale délivrable par la batterie ou l'alimentation dont vous disposez pendant le temps de vos observations?

Les moteurs Nanotec ST4209-L1704 ont été choisis et testés avec grand succès par nombre d'utilisateurs Pic-Astro. Ils ont permis en conditions de test de faire du GoTo à 1500x la vitesse sidérale ce qui confirme leur couple. Ces moteurs associés à des poulies/courroies ont permis d'obtenir la courbe d'erreur périodique citée en exemple ci-dessus. En pratique ils sont utilisés à 100-200x la vitesse sidérale, ce qui décoiffe réellement par rapport aux 37x max autorisés par les moteurs d'origine.

Voici leurs caractéristiques:

Type	Connexion	Courant /phase	Couple de maintien	Résistance /phase	Poids	Longueur A
ST4209L1704	Bipolaire	1,68 A	44 Ncm	1,65 Ohms	350 g	47



Ces moteurs peuvent être commandés directement depuis le site de Nanotec : http://www.nanotec.de

Choix des poulies/courroies

En ce qui concerne le choix des poulies/courroies, les questions suivantes sont à se poser :

- Quel est l'encombrement maximal que peut supporter la monture pour accueillir les poulies, tout en conservant un maximum de libertés de mouvement et sans risquer un choc susceptible de détériorer les poulies/voiler la vis sans fin.
- Quel est l'entraxe maximal acceptable pour pouvoir positionner à la fois les moteurs et les poulies ?
- Quel est le rapport de démultiplication idéal pour utiliser une correction d'erreur périodique avec Pic-Astro ?

Le fichier Excel suivant effectuera pour vous une bonne partie des calculs à votre place, laissez-vous guider :

Courroies_V2.xls

3 Outillage nécessaire

L'outillage nécessaire pour la construction de Pic-Astro est relativement basique :

- Pince coupante / pince classique / tournevis etc.…
- Fer à souder / étain / éponge pour fer à souder
- Multimètre pour contrôler différentes tensions sur Pic-Astro
- Perceuse pour toutes les parties « packaging / boîtier »

Et éventuellement :

- Pompe à dessouder (et oui tout le monde se trompe !)
- Programmateur de PIC, mais l'équipe Pic-Astro peut vous fournir sans autre frais que le transport des composants tout programmés
- Tout outillage pouvant vous aider à mettre en forme les parties mécaniques supplémentaires pour votre monture comme les éventuels supports moteurs etc…
- Oscilloscope (normalement inutile)

4 Composants nécessaires

4.1 Composants

Les listes de composants nécessaires pour la réalisation de Pic-Astro sont disponibles sous formes de fichiers Excel, et son différents pour chaque version :

Version Pic-Astro	Commentaires	Fichier Excel	Version Fichier Excel
2.2	Version à microcontrôleur PIC18F252		1.0
2.3	Version à base de PAL, mêmes fonctionnalités que la 2.2		1.0

Vous pouvez consulter la page relative aux commandes groupées/disponibilités de kits sur le site web afin de bénéficier des délais et tarifs les plus avantageux. Il cependant tout à fait possible de vous procurer par vous-même tous les composants de Pic-Astro.

5 Montage / assemblage

5.1 Circuits imprimés

Les règles d'assemblage de Pic-Astro sont les mêmes que celles utilisées de manière très classique pour la réalisation de tout montage électronique.

Il reste toutefois impératif d'être ***très propre et soigneux*** tout au long de la réalisation car les pistes des circuits sont parfois très proches et fines, et vous pouvez donc en soudant créer très facilement un court-circuit qui sera difficile à détecter et pourra entraîner une détérioration de certains composants par la suite.

Si vous êtes débutant, les liens ci-dessous vous éclaireront sur différents points :

Interface-Z : tout l'art de la soudure propre expliqué :

http://www.interface-z.com/conseils/soudure.htm#principes

Etronics : Pour toutes les questions particulières sur les composants, dans quel sens ils doivent être fixés, lire les valeurs des résistances et tous les problèmes pratiques auxquels vous pourrez être confrontés :

http://etronics.free.fr/dossiers/

5.2 Connections sur le boîtier

Le tableau suivant vous permet de savoir comment relier les connecteurs aux circuits imprimés. Pour mieux vous repérer, vous pouvez utiliser les numéros gravés sur ceux-ci.

Point de connexion sur le schéma d'implantation	Connecteur	Photo
SV1 1-2-3-4	Moteur AD, connecteur DIN	
SV2 1-2-3-4	Moteur DE, connecteur DIN	
LSP3	+ Alimentation	
LSP4	- Alimentation	
X5 1-2	Interrupteur marche/arrêt	
X4 1-2	Bouton poussoir Reset	
LSP1	Bouton poussoir calcul PEC	
+5V (au travers d'une résistance 1k)	Bouton poussoir calcul PEC	
SV3 1-8	Raquette	

Quelques règles très simples peuvent être utilisées afin de ne pas se laisser dérouter par les connecteurs :

- Utilisez autant que possible la numérotation des broches présente sur le connecteur (parfois difficile à voir !)

- Vérifiez vos connections à l'ohmmètre : pour une bonne continuité entre deux extrémités d'une connexion, celui-ci doit indiquer une valeur proche de 0, vous pouvez le voir en mettant en contact les deux sondes de l'appareil
- Vérifiez au voltmètre les polarisations des connecteurs d'alimentation afin de ne pas les brancher à l'envers : respectez le + au centre pour assurer la compatibilité avec d'autres alimentations

5.3 Câblage des moteurs

Quel que soit le type de monture que vous possédez, si vous avez choisi Pic-Astro vous DEVEZ posséder une motorisation basée sur des moteurs pas à pas.

Voici les schémas de câblage de quelques moteurs très courants :

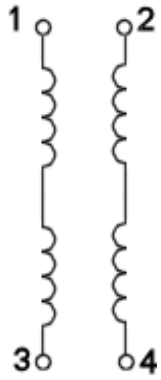
SPDX EQ3-2 EQ5

Si vous ne retrouvez pas le vôtre, alors il va être nécessaire de mesurer la résistance des bobines du moteur pour identifier le câblage des bobines, pour ceci vous aurez besoin d'un ohmmètre, fonction assurée par les multimètres même très bas de gamme (position Ω).

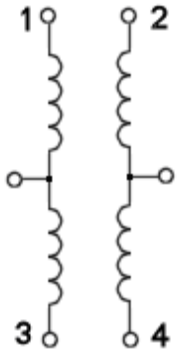
Le principe est de placer successivement les deux bornes de l'ohmmètre entre tous les fils provenant du moteur, et de noter les valeurs mesurées.

Il existe deux grands types de moteurs :

- Unipolaire : Les bobines du moteur sont toujours alimentées dans le même sens, et le moteur est câblé par demi bobines : 6 fils.
- Bipolaire : Les bobines du moteur sont alimentées dans un sens comme dans l'autre, le moteur est câblé par bobines : 4 fils.



Bipolaire (4 fils)



Unipolaire (6 fils)

En mesurant à l'ohmmètre, retenez la plus petite valeur trouvée. Celle-ci correspond à une bobine, si l'ohmmètre ne réagit pas ou affiche l'infini c'est qu'il n'y a aucune bobine entre les deux bornes.

Dans le cas du moteur bipolaire, dès que vous mesurez une valeur vous savez que vous êtes sur les extrémités d'une bobine, donc entre les points 1 et 3 ou 2 et 4. Cette numérotation correspond à celle des connecteurs de moteurs sur les schémas d'implantation.

Dans le cas du moteur unipolaire, à un moment vous mesurerez une valeur deux fois plus importante que celle la plus petite, ceci signifie que vous êtes en train de mesurer deux bobines bout à bout et donc que vous êtes sur les points 1 et 3 ou 2 et 4 (l'ordre est sans importance). Il sera nécessaire de relier les points milieux des bobines (souder les deux fils correspondants) pour transformer votre moteur en bipolaire, seul géré par Pic-Astro.

5.4 Câbles série, moteurs et nappe

La réalisation des câbles est très simple :

Câbles de liaison moteurs

Il suffit de relier une à une les broches des connecteurs. Broche 1 -> Broche 1 par exemple.

Câble de liaison série

C'est un câble croisé, il faut donc relier :

- Broche 5 → Broche 5 GND
- Broche 2 → Broche 3 (RX→TX)
- Broche 3 → Broche 2 (TX→RX)

Ce câble s'utilise dans n'importe quel sens.

Nappe de raccordement des deux cartes

- Coupez environ 6cm de nappe
- Glissez une extrémité de la nappe entre le capot du connecteur (HE10) et le connecteur en vérifiant que la nappe est correctement positionnée pour que chacune des « aiguilles » vienne bien perforer un des fils. Pour vous aider le capot est déjà strié de petits canaux venant accueillir chacun des fils
- Exercez une très forte pression entre le capot et le connecteur jusqu'à entendre le « clic » qui signifie que le contact est fait. Pour vous aider il peut être opportun d'utiliser un étau avec un chiffon pour ne pas endommager le plastique du connecteur
- Vous pouvez retirer maintenant le capot pour vérifier que les aiguilles sont bien rentrées proprement dans les fils. La nappe tient maintenant toute seule
- Remettez le capot
- En cas d'erreur ou de doutes, recommencez !

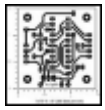
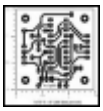
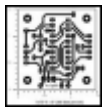
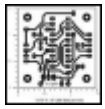
6 Ressources nécessaires

6.1 Tirage des circuits imprimés

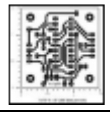
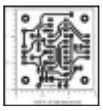
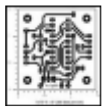
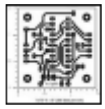
Les ressources dont vous avez besoin pour faire « tirer » des circuits imprimés sont des *typons*. Ce sont des masques à partir desquels il sera possible d'imprimer sur une surface photosensible des pistes en cuivre. Pic-Astro étant composé de trois circuits il y a trois typons à télécharger et soit à imprimer sur du papier transparent avec le meilleur contraste possible, soit à communiquer directement à la personne qui fera le tirage du circuit (à priori tout bon détaillant en matériel électronique).

Il est très important de connaître la résolution en DPI de ces fichiers, ceci vous permettra de configurer votre imprimante pour imprimer ces fichiers en taille réelle.

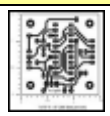
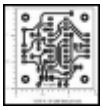
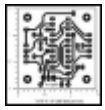
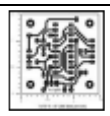
Vérifiez avant de faire tirer les circuits que les typons ont bien été imprimés à l'échelle grâce au repère « 1 cm » présent sur ceux-ci !!!

Version Pic-Astro	Commentaires	Partie logique	Partie puissance	PAD
2.2	Version à microcontrôleur PIC18F252			
2.3	Version à base de PAL, mêmes fonctionnalités que la 2.2			

6.2 Implantation des composants

Version Pic-Astro	Commentaires	Partie logique	Partie puissance	PAD
2.2	Version à microcontrôleur PIC18F252			
2.3	Version à base de PAL, mêmes fonctionnalités que la 2.2			

6.3 Schémas électriques

Version Pic-Astro	Commentaires	Partie logique	Partie puissance	PAD
2.2	Version à microcontrôleur PIC18F252			
2.3	Version à base de PAL, mêmes fonctionnalités que la 2.2			

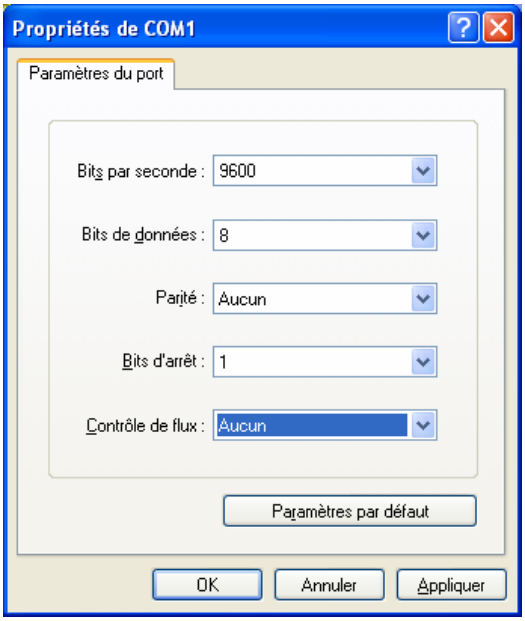
7 Tests préliminaires

7.1 HyperTerminal

HyperTerminal est un composant logiciel de Windows permettant de communiquer via le port série avec Pic-Astro. Il est nécessaire avant tout de le paramétrer :

- Lancer Hyperterminal: Démarrer /Accessoires /Communications /Hyperterminal. Entrer un nom quelconque puis cliquer sur [OK].
- Sélectionner Com1 dans la dernière liste déroulante puis cliquer sur [OK] :

- Entrer la configuration suivante pour la connexion puis cliquer sur [OK] :



La connexion est maintenant configurée, et HyperTerminal est connecté au port série comme le signale l'icône avec un petit téléphone ***raccroché***. Il est nécessaire maintenant de modifier l'écho local des caractères saisis :

- Déconnecter HyperTerminal du port série en cliquant sur l'icône de téléphone ***décroché***
- Aller dans le menu Fichier/Propriétés/Paramètres/Configuration Ascii/ cocher la case "reproduire localement les caractères entrés", puis fermer toutes les fenêtres en cliquant sur [OK]
- Reconnecter HyperTerminal en cliquant sur l'icône de téléphone ***raccroché***
- Sauvegarder la connexion que vous pourrez désormais utiliser tout le temps pour vos longues communications avec Pic-Astro !

7.2 Test de la liaison série

Ces tests doivent être faits sans le microcontrôleur PIC installé dans Pic-Astro.

Enlever dans un premier temps le MAX-232 :

- Faire un strapp ente les pins 7 et 8 du MAX-232
- Connecter le PC et Pic-Astro
- Mettre sous tension Pic-Astro
- Taper des caractères au clavier
- Vérifier que chaque caractère tapé est affiché 2 fois à l'écran
- Mettre hors tension Pic-Astro

Ceci valide l'arrivée du signal RS-232 (port série) jusqu'aux bornes du MAX-232, et donc le câble série croisé.

Replacer le MAX-232 sur son support:

- Faire un strapp entre les pins 17 et 18 du PIC
- Connecter le PC et Pic-Astro
- Mettre sous tension Pic-Astro
- Taper des caractères au clavier
- Vérifier que chaque caractère tapé est affiché 2 fois à l'écran
- Mettre hors tension Pic-Astro

Ceci valide alors le fonctionnement de toute la chaîne de transmission par port série : le signal arrive bien jusqu'au PIC. Si ça n'est pas le cas mais que tout fonctionnait à l'étape précédente, êtes-vous sûr d'avoir bien un câble croisé ?

8 Configuration et tests version 2.2

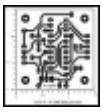
8.1 Version 2.2 : Programmation du PIC et utilisation de TinyBld

8.1.1 Tests des tensions d'alimentation

Avant toute mise sous tension des circuits imprimés il est nécessaire de s'assurer que les tensions d'alimentions sont présentes et aux bonnes valeurs. Pour effectuer cette opération vous aurez besoin d'un voltmètre. En cas de problèmes, vérifiez dans l'ordre :

- Votre alimentation
- Vos soudures
- Les pistes (coupures etc)

Le schéma suivant représente les points de tests :

 Points_tests.gif

Connectez la borne – (noire) de votre multimètre au point de mesure 0, puis la borne + (rouge) aux points suivants et vérifiez dans l'ordre que les tensions correspondent bien approximativement aux valeurs suivantes :

Point de mesure	Description	Tension
1	12V ALIM	12V
2	VOUT 7805	5V
3	VIN 7805	12V
4	GND 74LS125	0V
5	VCC 74LS125	5V
6	GND 74LS04	0V
7	VCC 74LS04	5V
8	GND1 PIC	0V
9	GND2 PIC	0V

10	VCC PIC	5V
11	GND Max232	0V
12	VCC Max232	5V
13	GND DE	0V
14	VCC DE	12V
15	VCC RA	12V
16	GND RA	0V

Si toutes les tensions correspondent, vous pouvez enficher les circuits intégrés sur le Pic-Astro.

8.1.2 Première programmation du PIC

Si votre PIC contient déjà le bootloader, vous pouvez passer directement à la section suivante.

TinyBld est un petit logiciel qui va vous permettre de programmer le µContrôleur PIC au travers du port série de votre PC sans avoir besoin d'un programmateur. Il est nécessaire toutefois d'avoir programmé le pic une première fois avec le bootloader de TinyBld pour PIC18F252 avec un programmateur. Le fichier .hex à charger dans le PIC est le suivant :

tinybld18f.hex

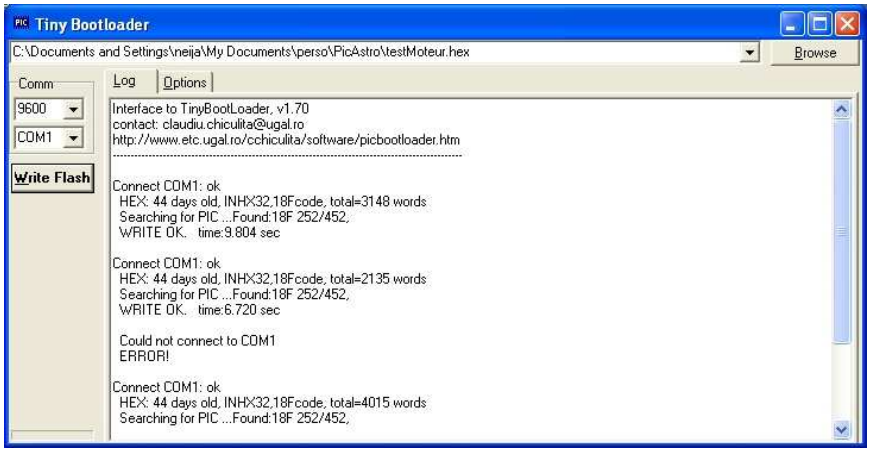
Une fois ce fichier chargé une fois pour toute dans le PIC grâce au programmateur, tous les chargements de logiciels dans Pic-Astro se feront grâce à TinyBld.

8.1.3 TinyBld

L'utilisation de TinyBld est très simple, il suffit de télécharger le fichier ZIP et de le décompresser une fois pour toutes dans un répertoire de votre ordinateur. Le lancement se fait en exécutant le fichier tinybldWin.exe.

TinyBldWin.zip

TinyBld s'ouvre déjà configuré pour la connexion à Pic-Astro :



Pour charger un fichier dans Pic-Astro, il suffit de le sélectionner en cliquant sur [Browse] et de cliquer sur « Write Flash » un petit instant avant de mettre sous tension Pic-Astro. Un message vous confirmera le succès de l'opération.

8.2 Utilitaires de tests PIC

Les utilitaires de tests suivants fonctionnent tous sur le même principe : il faut charger le fichier .hex contenant l'utilitaire de test à exécuter dans Pic-Astro au moyen de TinyBldWin, puis lancer une connexion HyperTerminal qui vous permettra de suivre les indications données par Pic-Astro.

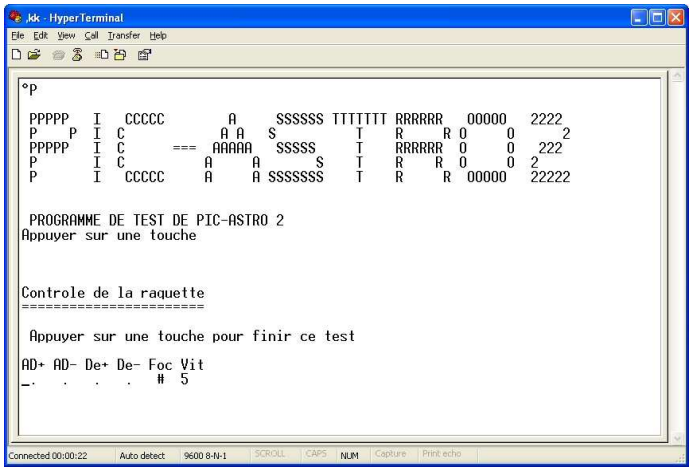
8.2.1 Test PIC

test_18f.hex

Cet utilitaire a pour but de vous permettre de tester les fonctions élémentaires de Pic-Astro :

- Boutons de la raquette
- Rotation des moteurs

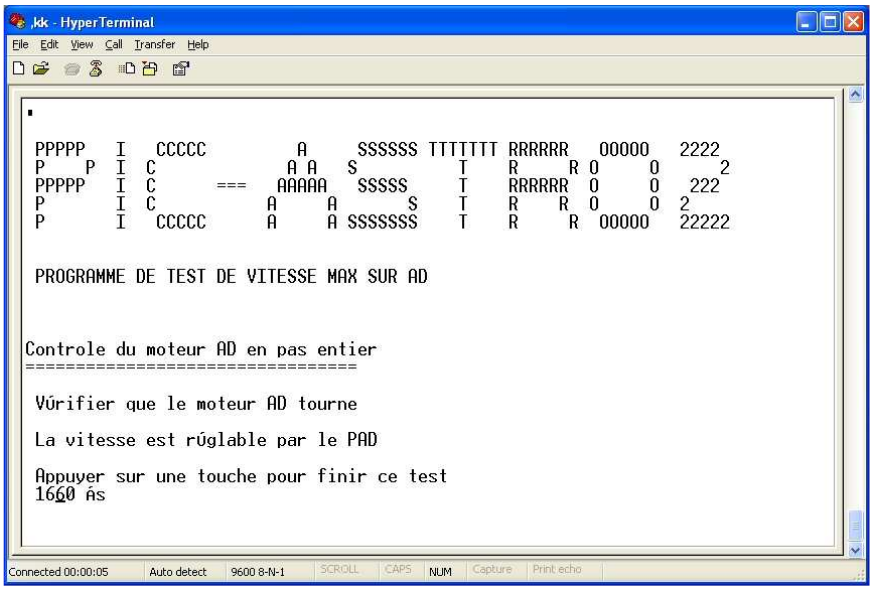
En cas de dysfonctionnement de l'un des organes les premiers éléments à vérifier sont des les pistes des circuits et des soudures. Les logiciels ayant été testés le problème ne peut être qu'hardware.


jkk - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
°P
PPPPP I CCCCC A SSSSSS TTTTTT RRRRRR 00000 2222
P P I C A A S T R R 0 0 2
PPPPP I C === AAAAA SSSSS T RRRRRR 0 0 222
P I C A A S T R R 0 0 2
P I CCCCC A A SSSSSSS T R R 00000 22222
PROGRAMME DE TEST DE PIC-ASTRO 2
Appuyer sur une touche
Controle de la raquette
Appuyer sur une touche pour finir ce test
AD+ AD- De+ De- Foc Vit
5
Connected 00:00:22
Auto detect
9600 8-N-1
SCROLL
CAPS
NUM
Capture
Print echo

8.2.2 Test Vmax

test_vmax.hex

Cet utilitaire vous permet de faire varier la vitesse de vos moteurs en la contrôlant grâce au bouton du potentiomètre du PAD. Les valeurs seuils obtenues sont à retenir pour la suite et sont données en IT du PIC.


.kk - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
PROGRAMME DE TEST DE VITESSE MAX SUR AD
Controle du moteur AD en pas entier
Vúrifier que le moteur AD tourne
La vitesse est rúglable par le PAD
Appuyer sur une touche pour finir ce test
Connected 00:00:05
Auto detect
9600 8-N-1

8.2.3 Test Moteurs

test_moteurs.hex

Cet utilitaire vous permettra de calibrer les µpas de votre Pic-Astro afin de les linéariser, c'est-à-dire que le déplacement en rotation entre chacun des 16 µpas soit toujours le même. La méthode à utiliser pour pouvoir mesurer ces valeurs efficacement s'appuie sur un fichier Excel qui fera les calculs pour vous :

Etalonnage_moteur.xls

Le principe est simple, le potentiomètre du PAD est utilisé pour commander la PWM de 0 à 255. Un laser est monté sur le moteur par l'intermédiaire d'un bouton de potentiomètre par exemple, et une règle millimétrée est positionnée à une distance minimale de 5 m.

Les mesures se font ainsi:

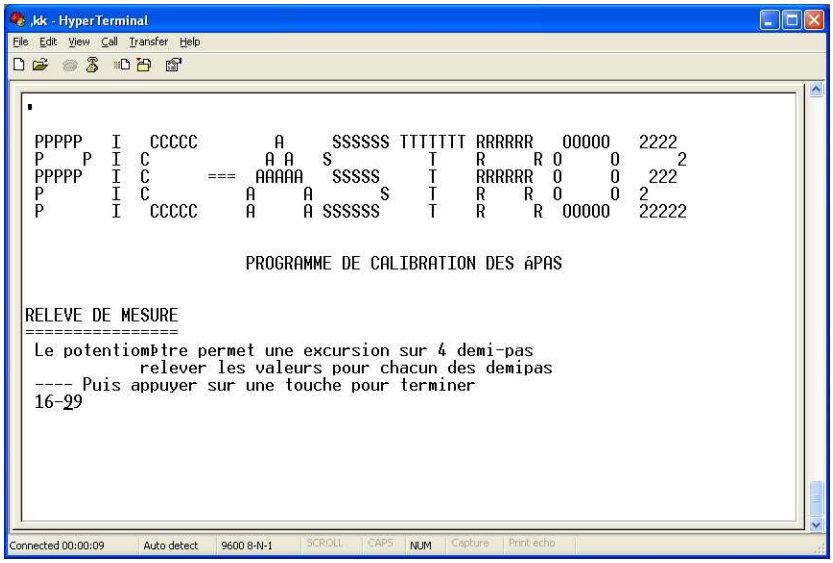
1. Lecture sur la règle de la position avec PWM à 0 (minimum)
2. Lecture sur la règle de la position avec PWM à 255 (maximum)
3. La feuille Excel calcule alors la position de 16 points
4. Régler la PWM pour que le laser se trouve sur chacune de ces positions et enregistrer, dans le tableau RELEVE, la PWM appliquée

La feuille Excel met à jour le graphique de la courbe de réponse et calcule la courbe de tendance correspondante.

5. Recopier les coefficients de la courbe de tendance dans les cases correspondantes

La feuille calcule (tableau SIMULATION) la PWM à appliquer pour les positions de mm en mm.

6. Vérifier que la PWM calculée est correcte avec de nouveaux essais.



8.3 Logiciel Pic-Astro

Il est maintenant nécessaire de charger dans le Pic-Astro le logiciel permettant de le faire fonctionner avec TinyBldWin. Les versions du fichier contenant ce logiciel sont disponibles ci-dessous :

Version	Date	Commentaires	Fichier
2.34b	30/06/2005	Pec en béta	

Ce logiciel est à mettre à jour à chaque nouvelle version disponible.

Placer le PIC programmé sur son support:

Note : Si la programmation est faite avec ICProg, certains bits de configuration n'étant pas programmables la valeur lue des fusibles de configuration ne sera pas nécessairement la même que celle qui a été écrite.

- Connecter le PC et Pic-Astro
- Mettre sous tension Pic-Astro
- dans Hyperterminal taper CTRL<F>

Pic-Astro doit alors répondre par le caractère « P », la partie logique de votre Pic-Astro fonctionne !

9 Configuration de Pic-Astro

9.1 Connaître votre monture

Pic-Astro s'adapte à toutes les montures équatoriales allemandes (version Altazimutale en cours de développement) dont la motorisation est assurée par des moteurs pas à pas. Il sera très important pour la configuration de Pic-Astro de connaître exactement les caractéristiques de ceux-ci :

- Nombre de pas par tour des moteurs pas à pas
- Rapports de démultiplication des moto-réducteurs. Ceux-ci peuvent être différents sur l'axe d'ascension droite et l'axe de déclinaison.
- Rapport de démultiplication du couple roue dentée/vis sans fin

Ceci afin de déduire le paramètre clé de la configuration du système : le nombre de pas, demi-pas ou micro-pas à effectuer par les moteurs pour effectuer un déplacement de 10 minutes d'arc, soit un tour de vis sans fin dans beaucoup de cas, et les subtilités qui peuvent exister dans le cas où la motorisation et transmission des deux axes ne sont ***pas rigoureusement identiques***.

Ces caractéristiques seront des paramètres d'entrée du le logiciel de configuration, et si elles sont inconnues ou incertaines une commande LX200 spécifique de Pic-Astro vous permettra de les retrouver avec certitude.

Le fichier Excel suivant reprend ces paramètres pour plusieurs montures courantes et vous permet de refaire le calcul pour la vôtre si nécessaire :

Montures.xls

9.2 Utilisation de la commande Sa

La commande Sa permet de faire avancer le moteur raccordé sur le port DE de Pic-Astro d'un certain nombre de pas. Son utilisation est très simple, il suffit de connecter

HyperTerminal à Pic-Astro de manière classique, puis de taper la commande suivante par exemple (Les majuscules/minuscules sont à respecter):

:Sa 92160#

Le moteur va alors avancer de 92160 µpas à la vitesse sélectionnée par le bouton du PAD. Cette commande est fondamentale pour vérifier ou déterminer les paramètres de la monture. Dans le cas d'une monture EQ-5/SP-DX ceci permet de vérifier que 92160 µpas font bien tourner la vis sans fin d'un tour. Ce paramètre est essentiel pour la configuration de Pic-Astro. Idéalement cette commande sera utilisée sur plusieurs tours afin de minimiser les erreurs dues aux jeux et aux erreurs de lecture, 10 soit 921 600µpas tours par exemple.

9.3 Générer le fichier de configuration

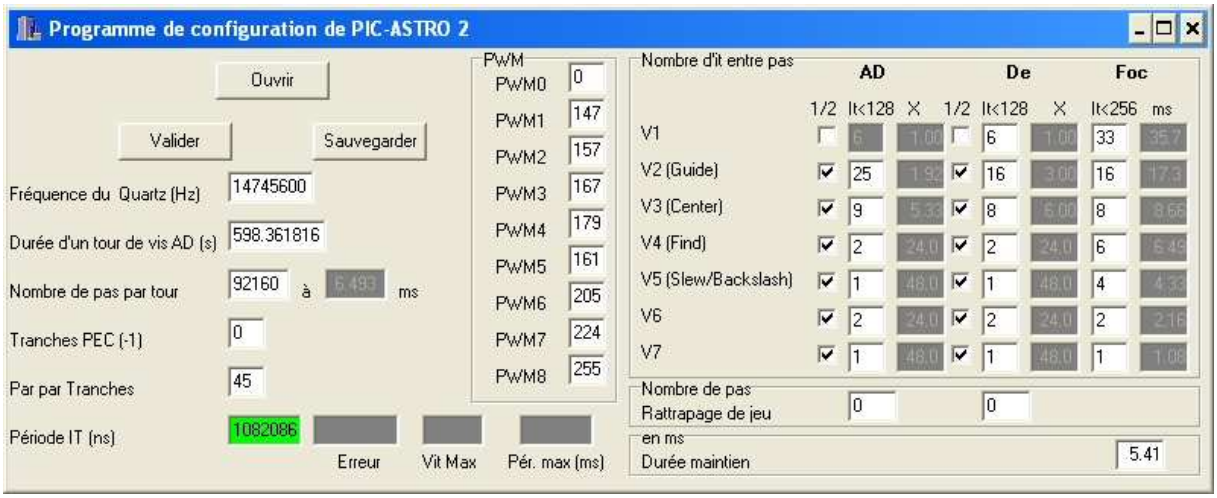
La configuration de Pic-Astro est générée grâce à un petit logiciel sur votre PC. Un fichier de configuration sera généré et vous devrez le transférer à l'aide de TinyBld à la manière habituelle.

9.3.1 Installation du logiciel de configuration

Configuration_pic.zip

Il suffit de décompresser le fichier dans un répertoire et d'exécuter Config22.exe

9.3.2 Configuration



Tous les paramètres sont à renseigner suivant l'ordre de leur description, mais certains comme le rattrapage de jeu ou la configuration du moteur de focalisation ne sont pas forcément nécessaires à tous, ni pour un premier essai. Vous pouvez vous reporter au paragraphe « Connaître votre monture » pour les principaux paramètres.

Voici un descriptif de chacun de ceux-ci :

Fréquence du quartz

Sauf cas exceptionnel, laisser la valeur par défaut (14745600).

Durée d'un tour de vis AD (s)

Ce paramètre permet à Pic-Astro de savoir en combien de temps, et donc à quelle vitesse la vis sans fin d'ascension droite effectue sa rotation. La valeur par défaut est une des valeurs les plus courantes et représente le cas de vis sans fin effectuant un tour en 10 minutes de temps. Ceci signifie également qu'un tour de vis sans fin entraîne un déplacement de 10 minutes d'arc.

Nombre de pas par tour

Le nombre de pas par tour représente le nombre de pas moteur nécessaires pour effectuer un tour de la vis sans fin. La commande LX200 Sa (voir paragraphe « Utilisation de la commande Sa ») vous aidera grandement dans la vérification de la valeur de ce paramètre.

Tranches PEC & pas par tranche

La PEC est calculée suivant deux règles :

- Le nombre de tranches de calcul : comprendre tranches de correction pendant lesquelles la même correction sera appliquée. Le maximum est de 256
- Le nombre de pas par tranche : comprendre le nombre de pas composant une tranche de correction, et pendant lesquels la même correction sera appliquée. Le maximum est également de 256

Par exemple :

- Sur ma SPDX à transmission par poulies/courroies ¼ il est nécessaire d'effectuer 25600 pas pour faire un tour de vis sans fin. La notion de pas représente ici un µpas ou un demi-pas suivant la configuration choisie.

Je peux choisir entre deux possibilités :

- 100 tranches de 256 pas. J'ai bien 100*256= 25600 pas
- 256 tranches de 100 pas. J'ai toujours 256*100=25600 pas

Quelle est la différence entre ces deux options ? Elle est simple : plus le nombre de tranches est important, plus la précision des corrections PEC sera précise, la meilleure option et donc la deuxième.

Le fait de disposer au maximum de 256 tranches de 256 pas amène le fait que le nombre maximum de pas par tour de vis sans fin corrigeables par PEC avec un maximum de précision est de 65536.

Période IT

C'est l'intervalle de temps qui s'écoule entre chaque interruption (voir documentation technique de Pic-Astro) du microprocesseur. Pour l'utilisateur l'utilisation bien que probablement totalement mystérieuse est très simple :

- Renseigner les bonnes valeurs pour les paramètres précédents
- Cliquer sur la zone verte, une liste déroulante s'ouvre proposant diverses valeurs. La première correspond à la durée de la période d'IT en ns, la seconde à l'erreur de suivi correspondante et le couple de fin la manière dont est construite cette période.

- Pour l'utilisateur ***la seule chose à faire est de sélectionner la première de la liste*** qui est celle présentant le moins d'erreur de suivi.
- Si vous vous apercevez par la suite que la valeur sélectionnée ne permet pas d'atteindre la vitesse maximale que vous souhaitez, vous pouvez en choisir une autre dont la période d'IT est plus courte, mais vous risquez alors d'avoir une erreur de suivi plus importante, bien que toujours infime.

Une fois la valeur choisie, le logiciel de configuration affiche quelles seront les erreurs, vitesse max et période max possibles pour la valeur choisie. La vitesse max est exprimée pour un fonctionnement en micro-pas, pour obtenir la valeur en demi-pas il faut multiplier cette valeur par 8, par exemple 264x en demi-pas pour 33x en micro-pas.

Valeurs PWM 0 à 8

La configuration de ces paramètres est optionnelle, et n'est à effectuer que dans le cas où vous désirez linéariser les micro-pas, et donc que vous avez fait toutes les mesures correspondantes décrites dans le paragraphe « Logiciel Tests moteurs ».

Les valeurs à entrer dans les champs PWM correspondent à celles calculées grâce au fichier Excel.

Colonnes ½ pour AD et DE

Ces cases à cocher permettent de commuter le fonctionnement des moteurs en micro-pas ou demi-pas pour chacune des vitesses V1 à V7, et ce indépendamment pour les deux moteurs.

Il est très intéressant de laisser au moins les vitesses V1 et V2 en micro-pas.

La vitesse effective n'est pas la même en micro-pas ou en demi-pas, vous pourrez constater qu'en cochant ou décochant les cases de commutation entre ces deux modes les vitesses annoncées varient en étant toujours 8 fois plus faibles en micro-pas. Vous pouvez compenser cet effet si nécessaire en diminuant le nombre d'IT (voir section suivante).

Programmation des vitesses DE-AD: Colonnes [It<128] pour AD et DE

Ces valeurs permettent de choisir combien de périodes d'IT s'écoulent entre chaque pas. Pour l'utilisateur, ceci signifie tout simplement choisir une vitesse. La vitesse V1 est calculée automatiquement pour correspondre à une fois la vitesse sidérale, les vitesses V2 à V7 sont libres en AD ainsi que les vitesses V1 à V7 en ascension droite.

Vous pouvez raisonnablement chercher par essais/erreurs les valeurs vous convenant. La règle est de choisir un nombre d'IT entre 128 et 1, la vitesse des moteurs augmentant au fur et à mesure que le nombre d'IT entre chaque pas décroît.

Lorsque vous changez un nombre d'IT la vitesse est calculée automatiquement dans la colonne [X] et est exprimée en nombre de fois la vitesse sidérale.

Comme indiqué les vitesses V1 à V5 sont utilisées par le protocole LX200, les vitesses V6 et V7 sont utilisables uniquement au travers de la raquette. Il est donc judicieux de choisir une vitesse très importante pour V5 même si ça n'est pas la dernière de la liste.

Cas particulier des montures dont les rapports de réduction sont différents

Dans le cas où le système de motorisation de votre monture n'est pas exactement le même sur votre monture (cas des EQ3-2 et SPDX avec une ancienne motorisation), il est nécessaire de faire comprendre à Pic-Astro que le moteur DE ne doit pas avoir la même vitesse de rotation que le moteur AD. Pour ceci il faut adapter le nombre d'IT de V1 pour le moteur DE.

Si nous prenons l'exemple de la SPDX, la transmission entre la sortie du bloc moto-réducteur et la vis sans fin est la même pour les deux moteurs, mais le moto-réducteur en DE a un rapport de 1/30 alors que le moteur en AD a un rapport de 1/120. Le moteur DE doit donc tourner 4 fois moins vite pour que l'axe en sortie du bloc moto-réducteur tourne à la même vitesse que pour l'axe AD.

Pour V1 en AD paramétré (automatiquement) à 6IT par exemple, V1 en DE devra être paramétré à 6*4= 24IT. Les vitesses V2 à V7 seront calculées en conséquence.

Programmation de la vitesse de focalisation : Colonne IT<256

Note : si vous n'utilisez pas de moteur de focalisation vous pouvez ignorer cette section.

Les valeurs de ces colonnes permettent pour les vitesses V1 à V7 de programmer la durée des impulsions électriques de commande des moteurs de focalisation. Pour un nombre d'IT saisi, la durée de l'impulsion calculée en conséquence dans la colonne [ms].

Nombre de pas de rattrapage de jeu

Pic-Astro est capable compenser les jeux de votre monture en effectuant à la fin de chaque déplacement une rotation en sens inverse des moteurs afin de compenser le temps mort dans le déplacement à chaque inversion de sens.

Vous pouvez aisément visualiser l'effet des jeux, ou backlash en utilisant un fort grossissement et en effectuant des allers et retours sur l'axe DE ou AD à vitesse faible. Vous constaterez alors que le point que vous fixez à l'oculaire ne se déplace pas immédiatement au moment de l'inversion du sens de déplacement.

Deux valeurs sont à saisir, une pour chaque moteur. Elles représentent pour chacun le nombre de pas qu'ils doivent effectuer avant de compenser le jeu de votre monture, et donc de minimiser l'effet décrit ci-dessus. La seule méthode pour parvenir à de bons résultats se fait par essais/erreurs : utilisez un oculaire de fort grossissement en observant un point fixe et faites des aller-retour sur l'axe que vous souhaitez régler jusqu'à minimiser totalement le temps mort au moment de l'inversion de sens.

Une valeur trop importante provoquera un mouvement indésirable à la fin de chaque mouvement, une valeur trop faible ne compensera pas le jeu.

Durée de maintien en ms

Note : si vous n'utilisez pas de moteur de focalisation vous pouvez ignorer cette section.

Ce paramètre est l'équivalent du nombre de pas de rattrapage de jeu appliqué au moteur de focalisation. Là encore les essais permettront d'avoir le maximum de précision.

9.3.3 Téléchargement de la configuration

Une fois les paramètres de configuration correctement renseignés, vous devez cliquer sur le bouton valider qui ne doit pas renvoyer de message d'erreur, puis

sauvegarder le fichier de configuration (que vous pourrez ouvrir par la suite). Dans le répertoire de sauvegarde un fichier portant le même nom avec l'extension .hex aura été créé. Ce fichier est à transférer dans le pic avec la manière habituelle grâce à TinyBld.

10 Réglage de la vis sans fin

10.1 Problématique

La vis sans fin est l'élément clé de la transmission du mouvement sur une monture équatoriale. C'est d'elle et de ses réglages que vont dépendre les jeux et les erreurs de suivi, facteurs clé notamment en astrophotographie, mais la douceur de leur rotation sera également un élément clé lors de l'utilisation de Goto et des moteurs en général.

Certaines montures arrivent du fabricant avec divers défauts de réglage et de graissage, ou tout simplement votre monture se dérègle avec le temps et il est nécessaire de re-régler celle-ci. Cette opération est relativement délicate, aussi la règle d'or est la suivante : si tout fonctionne, ne touchez à rien !

Une fois la vis sans fin de la monture nettoyée et correctement graissée à l'aide de lubrifiants adaptés tels que graisse au lithium, graisse siliconée etc, toute la subtilité du réglage réside dans une problématique simple : Pouvoir appliquer suffisamment de force sur la vis sans fin pour assurer un bon contact avec la roue dentée sans l'écraser.

Les conséquences d'un mauvais réglage sont les suivantes :

Vis sans fin trop serrée

- Déformation parfois irréversible de la vis sans fin
- Apparition de vibrations de fréquence haute sur l'erreur périodique
- Augmentation de l'erreur périodique pouvant aller jusqu'au double en conséquence de la déformation de la vis sans fin
- Augmentation de la dureté du mouvement de la vis pouvant aller jusqu'à empêcher un moteur même avec un couple très fort de la faire tourner

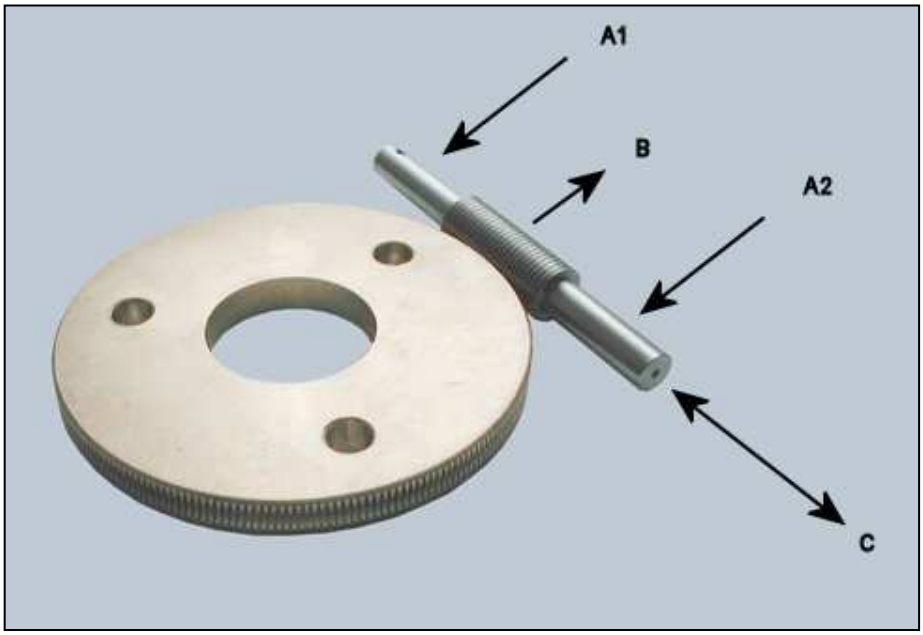
Vis sans fin pas assez serrée

- Jeux d'engrenages (backlash) pouvant être impressionnants dans l'entraînement
- Jeu sur les axes pouvant permettre de bouger le tube optique à la main sur plusieurs dixièmes de degrés

10.2 Le réglage

Généralement, votre monture dispose des éléments de réglages suivants :

- 2 vis de serrage de la vis sans fin sur la roue dentée : A1 et A2
- 1 vis de blocage pour les deux précédentes : B
- Un ensemble vis/contre écrou de réglage du jeu latéral : C



La procédure de réglage consiste à :

- Serrer doucement les vis A1 et A2 afin d'amener la vis sans fin en contact avec la roue dentée
- La vis B étant desserrée, vous allez sentir très rapidement une dureté dans la rotation de la vis sans fin, il faut alors serrer la vis B jusqu'à arriver au point où le mouvement revient fluide
- Répétez maintenant les deux premières étapes jusqu'à trouver le point d'équilibre du réglage où le mouvement de la vis reste très fluide tout en se trouvant légèrement au-delà du point où le mouvement était dur (vis trop serrée).
- Serrez la vis C et son contre-écrou de blocage de manière à éliminer le jeu latéral de la vis sans fin. Vous pouvez « sentir » le jeu latéral en touchant l'axe de la vis sans fin et en faisant tourner celle-ci dans un sens puis dans l'autre avec l'autre main.
- Contrôlez le jeu résultant de cette opération en manipulant frein bloqués les axes AD et DE, normalement aucun jeu ne doit être perceptible.
- Contrôlez maintenant les jeux en observant un point fixe à fort grossissement (200x) et en tournant la vis sans fin alternativement dans les deux sens, vous allez pouvoir vous rendre compte de la nécessité ou non d'affiner le réglage.

Note importante : les jeux sont nécessaires dans toute liaison mécanique permettant des axes de libertés (rotation, translation), ne cherchez pas à les éliminer totalement, vous risquez d'endommager votre monture.

Exemples de roue dentée et vis sans fin sur une monture Vixen SPDX :

11 Tests sur monture

11.1 Test de sens de suivi

Tout d'abord, vérifiez que le moteur en AD tourne dans le bon sens, si ce n'est pas le cas, inversez les connections 1-3 et 2-4 en 1-4 et 2-3 du moteur. Ensuite vous pouvez faire un essai en visuel avec une bonne mise en station, vous pourrez vérifier qu'en visant une étoile celle-ci ne sort pas du champ même à fort grossissement. Attention à ne pas confondre une erreur de suivi avec une mauvaise mise en station ou une erreur périodique importante.

11.2 Tests de Goto

Afin de valider le bon fonctionnement de Pic-Astro, vous pouvez faire des essais de Goto « à vide » en vous aidant des cercles de coordonnées de votre monture. Pour cela procédez de manière classique pour le Goto (voir manuel d'utilisation) et vérifiez que la monture se déplace du bon angle sur chacun des axes. Attention aux imprécisions liées à une mauvaise qualité des cercles de coordonnées ! Des jeux trop importants et/ou mal compensés peuvent également être des sources importantes d'erreur.

Félicitations, vous êtes arrivés au bout de vos peines, maintenant il ne reste plus qu'à exploiter pleinement Pic-Astro : Goto, autoguidage…